

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-191561

(43)Date of publication of application : 23.07.1996

(51)Int.Cl.

H02K 29/14

H02K 1/12

H02K 3/34

H02K 5/24

H02K 29/00

(21)Application number : 07-000994

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 09.01.1995

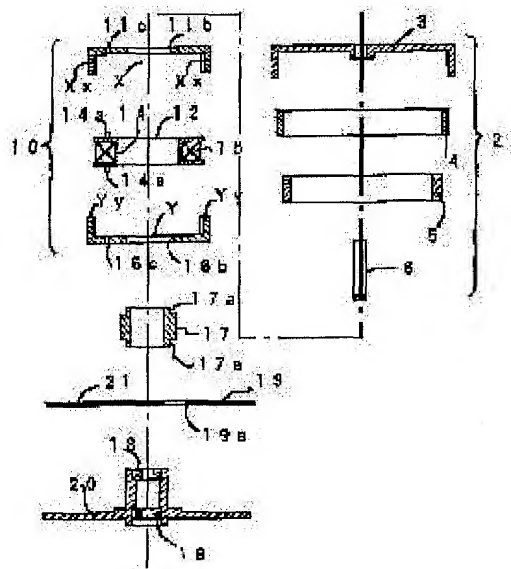
(72)Inventor : MATSUZAWA KINYA

## (54) BRUSHLESS DC MOTOR AND ITS ROTARY DRIVE METHOD

## (57)Abstract:

PURPOSE: To reduce the vibration and noise of a coil and a stator yoke by providing a means for preventing vibration and noise caused by the switching of coil current.

CONSTITUTION: A brushless DC motor is constituted by combining a rotor 2 and a stator 10 and the rotor 2 consists of a rotor yoke 3, a back yoke 4, and a permanent magnet 5. The stator 10 consists of an upper first stator yoke X, a coil part, a bearing 18 for supporting a lower second stator yoke Y and a shaft 6 so that they rotate freely. A coil part 12 consists of resin bobbin 14 with flanges at both terminals and a coil winding 15 wound around it. The coil part 12 is subjected to vacuum press-fit treatment for press-fit impregnating thermosetting resin in vacuum and further is subjected to heat treatment for curing resin, and then is incorporated into the stator 10. As a result, the coil winding 15 and the bobbin 14 are completely sealed, thus suppressing the electromagnetic vibration of the coil winding generated owing to the high-speed switching of coil current.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed description]

[0001]

[Field of the Invention] Especially this invention relates to the brushless-DC-motor structure and its rotation drive technique of the radial gap type which attained the formation of high-speed rotation, efficient-izing accompanied by it, the reduction in vibration, and low ambient noise-ization about a brushless DC motor.

[0002]

[Prior art] In this kind of conventional brushless DC motor As are indicated by Provisional Publication No. 61-214759 and it is indicated by the thing for which the point which cannot be started is canceled or Japanese Patent Application No. 4-215158, Japanese Patent Application No. 4-348865, and PCT/JP 93/01015 It aims at reducing rotation nonuniformity at the same time it cancels the point which cannot be started, and the concrete policy for the formation of high-speed rotation, efficient-izing accompanied by it, the reduction in vibration, and the reduction in an ambient noise was not indicated.

[0003]

[Object of the Invention] if the \*\*\*\* orientation of a coil current is switched at high speed, in order to act on the conductor in which RF electron [ each ] alternation electromagnetic force is received, and the sum of the force forms a coil in this kind of conventional brushless DC motor -- a coil -- electromagnetism -- it vibrates and an ambient noise is generated Furthermore, vibration of a coil travels to a sheet metal-like stator yoke, and it has the trouble where vibration and an ambient noise are amplified.

[0004] Moreover, if the magnet for FG by which N pole and the south pole were \*\*\*\*ed by turns rotates at high speed, an eddy current will occur in the motor substrate which consisted of a conductive material, a brake force will work, and high-speed rotation will be barred. In order to obtain a desired rotational frequency, it becomes the cause which will need switch on the power for an eddy current loss further, and lowers a motor efficiency.

[0005] Furthermore, in the conventional brushless DC motor, in order to cancel the point which cannot be started, the coil current was switched near [ positive ] the peak of cogging torque (torque according [ on the status that it does not excite and ] to suction of a magnet and a stator yoke). In the case of a switch of a coil current, as turning effort, the current committed effectively will decrease and the upper limit of a speed will be suppressed so that the standup and falling of a current take time under the influence of an inductance, therefore rotation becomes high-speed. Therefore, in order to rotate a motor at high speed, a coil current is switched a little early, namely, it is necessary to give the angle of lead. However, if the angle of lead is given in this kind of brushless DC motor, in the excitation status which passed the current in the coil, negative occurrence torque (sum of the excitation torque and cogging torque which are the torque generated at the time of \*\*\*\*, and are generated by the coil current) may arise, and the trouble where the point which cannot be started occurs as a result will arise.

[0006] this invention sets it as the 1st purpose to offer the motor structure of reducing vibration of the coil by the high-speed switch of a coil current when carrying out high-speed rotation of this kind of

brushless DC motor and a stator yoke, and an ambient noise. Moreover, when this kind of brushless DC motor carries out high-speed rotation of this invention, it sets it as the 2nd purpose to offer the motor structure which reduces the eddy current loss generated in a motor substrate, and raises a motor efficiency. Furthermore, this invention sets it as the 3rd purpose to offer the rotation drive technique of the motor for carrying out high-speed rotation of this kind of brushless DC motor.

[0007]

[The means for solving a technical problem] In the brushless DC motor of the claim 1 which starts this invention in order to attain the above-mentioned purpose The permanent magnet rotator of the shape of the shape of a cylinder which multi-electrode-arrival-\*\*ed in pitches [ south pole / N pole, ] by turns at the circumferencial direction, and a segment, While make one pair of stator yokes meet, it is constituted, each stator yoke bends a soft-magnetism metal plate and \*\*\*\* of the moiety of the number of poles of the aforementioned permanent magnet rotator is formed In the brushless DC motor possessing the stator which comes to combine these \*\*\*\*s, and the coil of the shape of a tube for being put between a stator yoke and exciting the aforementioned stator, it is characterized by establishing the vibration resulting from a switch of a coil current, and the prevention means of an ambient noise. Moreover, as for the brushless DC motor of this invention, the aforementioned vibration and the prevention means of an ambient noise are characterized by performing conductors fixing processing of a coil. Moreover, as for the brushless DC motor of this invention, the aforementioned vibration and the prevention means of an ambient noise are characterized by performing one fixing processing with one pair of stator yokes, and a coil. Moreover, as for the brushless DC motor of this invention, the aforementioned vibration and the prevention means of an ambient noise are characterized by giving both conductors fixing processing of the aforementioned coil, one pair of stator yokes, and the coil of one fixing processing. Moreover, the brushless DC motor of this invention is characterized by conductors fixing processing of the aforementioned coil being impregnation fixing processing. Moreover, the brushless DC motor of this invention is characterized by conductors fixing processing of the aforementioned coil being self welding processing of a conductor. Moreover, it is characterized by being fixing processing according [ one fixing processing with the one aforementioned pair of stator yokes and a coil ] to thermosetting resin in the brushless DC motor of this invention. Moreover, the brushless DC motor of this invention is characterized by for conductors fixing processing of the aforementioned coil being impregnation fixing processing, and one fixing processing with the one aforementioned pair of stator yokes and a coil being fixing processing by thermosetting resin. Moreover, the brushless DC motor of this invention is characterized by for conductors fixing processing of the aforementioned coil being self welding processing of a conductor, and one fixing processing with the one aforementioned pair of stator yokes and a coil being fixing processing by thermosetting resin.

[0008] Moreover, it sets to the brushless DC motor of the claim 10 concerning this invention. The permanent magnet rotator of the shape of the shape of a cylinder which multi-electrode-arrival-\*\*ed in pitches [ south pole / N pole, ] by turns at the circumferencial direction, and a segment, It is what FG magnet which rotates in one with the aforementioned permanent magnet rotator, and one pair of stator yokes are made to meet, and is constituted. While each stator yoke bends a soft-magnetism metal plate and \*\*\*\* of the moiety of the number of poles of the aforementioned permanent magnet rotator is formed The stator which comes to combine these \*\*\*\*s, and the coil of the shape of a tube for being put between a stator yoke and exciting the aforementioned stator, In the brushless DC motor possessing the printed circuit board in which the pattern for FG was formed, and the motor substrate by which the aforementioned printed circuit board, a coil, and a stator yoke fix, and the aforementioned permanent magnet rotator is supported free [ rotation ] When a permanent magnet rotator and the magnet for FG rotate, it is characterized by establishing a means to reduce the eddy current loss generated in the aforementioned motor substrate. Moreover, a means by which the brushless DC motor of this invention reduces the aforementioned eddy current is characterized by preparing an electric insulating layer between the aforementioned motor substrate and the aforementioned printed circuit board. Moreover, the brushless DC motor of this invention is characterized by the aforementioned electric insulating layer being an air space.

[0009] Furthermore, it sets to the rotation drive technique of the brushless DC motor of the claim 13 concerning this invention. The permanent magnet rotator of the shape of the shape of a cylinder which multi-electrode-arrival-\*\*ed in pitches [ south pole / N pole, ] by turns at the circumferencial direction, and a segment, While make one pair of stator yokes meet, it is constituted, each stator yoke bends a soft-magnetism metal plate and \*\*\*\* of the moiety of the number of poles of the aforementioned permanent magnet rotator is formed The stator which comes to combine these \*\*\*\*s, and the coil of the shape of a tube for being put between a stator yoke and exciting the aforementioned stator, While \*\*\*\*\* of a couple is set up by two \*\*\*\*s Xx and Yy which it \*\*\*\*\*s and the two aforementioned stator yokes X and Y adjoin among \*\*\*\* Xx and Yy and ..., respectively Pole face-width a of aforementioned \*\*\*\* Xx, and pole face-width b of aforementioned \*\*\*\* Yy Inequality width of face and nothing, And each pole face widths Xx and Yy, \*\*\*\* pitch c which connects the midpoint of ... one by one, d, c, d, and \*\*\*\* pitch c and \*\*\*\* pitch d of ... An irregular pitch and nothing, furthermore, while pole face-width a of \*\*\*\* Xx of the side which consists in the hand of cut of the aforementioned permanent magnet rotator among \*\*\*\*s Xx and Yy of \*\*\*\*\* of each above is formed more greatly than pole face-width b of \*\*\*\* Yy of another side In the brushless DC motor which formed smaller than \*\*\*\* pitch d to aforementioned one [ \*\*\*\* Yy of aforementioned another side to ] \*\*\*\* Xx \*\*\*\* pitch c to \*\*\*\* Yy of aforementioned another side from aforementioned one \*\*\*\* Xx The occurrence torque which can be set by the point switching [ coil current ] from the static position of the rotator in the status that it does not excite with a positive value And it is characterized by the task which positive occurrence torque does by the point switching [ coil current ] from the static position of a rotator being larger than the task which the negative occurrence torque generated after a coil current switch does.

[0010]

[Operation] the electromagnetism which originates in a switch of a coil current in the brushless DC motor of the claim 1 concerning this invention -- since it has the prevention means of vibration and an ambient noise, even if it switches a coil current at high speed, vibration and an ambient noise cannot occur, but a motor can be rotated at high speed And when vibration and the ambient noise of a conductor which mainly constitute a coil pose a problem with the frequency of a coil current switch, or the natural-vibration frequency of a coil and a stator yoke, vibration and an ambient noise can be prevented by performing conductors fixing processing. Moreover, when vibration and the ambient noise which mainly mainly traveled to the stator yoke pose a problem, vibration and an ambient noise can be prevented by performing one fixing processing with a stator yoke and a coil. Furthermore, when [ both ] a conductor, and vibration of both sides of a stator yoke and an ambient noise pose a problem, vibration and an ambient noise can be prevented by performing one fixing processing with conductors fixing processing, a stator yoke, and a coil. By performing impregnation fixing processing as the aforementioned conductors fixing processing, vibration of a coil and an ambient noise can be reduced comparatively cheaply, without reducing the space factor of a coil. By performing self welding processing of a conductor as the aforementioned conductors fixing processing, vibration of a coil and an ambient noise can be easily reduced by the comparatively few man day. Moreover, by performing fixing processing, using thermosetting resin as one fixing processing of a stator yoke and a coil, a stator yoke and a coil are certainly fixed and vibration and the ambient noise of a comparatively wide area frequency can be reduced.

[0011] In the brushless DC motor of the claim 10 concerning this invention, by having established a means to reduce the eddy current loss generated in the aforementioned motor substrate resulting from rotation of a permanent magnet rotator and the magnet for FG, the luminous efficacy of a motor was raised and high-speed rotation was enabled.

[0012] Moreover, efficient-izing and high-speed rotation of a motor were enabled as a means to reduce the aforementioned eddy current loss, by preparing an electric insulating layer between the aforementioned motor substrate and the aforementioned printed circuit board. Furthermore, efficient-izing and high-speed rotation of a motor are simply attained as a concrete policy of the aforementioned electric insulation by preparing an air space between the aforementioned motor substrate and the aforementioned printed circuit board, without using a complicated manipulation and an excessive

material.

[0013] Since the task which the occurrence torque which can be set by the point switching [ coil current ] from the static position of the rotator in the status where that of it does not excite is a positive value, and positive occurrence torque does by the point switching [ coil current ] from the static position of a rotator is larger than the task which the negative occurrence torque generated after a coil current switch does, even if it prepares the angle of lead, in the brushless DC motor of the claim 13 concerning this invention, the high-speed rotation motor which can start certainly is

[0014]

[Example]

(Example 1) One example of the brushless DC motor of this invention, vibration, and the reduction means of an ambient noise is explained using drawing. In drawing 1, a brushless DC motor 1 is constituted combining a rotator 2 and the stator 10, and the aforementioned rotator 2 is constituted by the shaft 6 pressed fit in the permanent magnet 5 of the shape of a cylinder by which \*\* arrival is carried out to the ring-like back yoke 4 and the back yoke 4 aforementioned inner skin by which \*\* arrival is carried out to the cup-like rotator yoke 3 and the rotator yoke 3 aforementioned inner skin, and the center of the aforementioned rotator yoke 3.

[0015] The stator 10 is constituted by upper 1st stator yoke X, the coil section 12, and the bearing 18 make free the support of the rotation of lower 2nd stator yoke Y, the sleeve 17, and the aforementioned shaft 6 of.

[0016] After forming both stator yokes X and Y of the above with a soft-magnetism metal plate and piercing in a predetermined configuration, by \*\*\*\*ing \*\*\*\*\* of the radiation orientation right-angled, further, \*\*\*\* Xx and Yy and ... are formed, and the stator yokes X and Y \*\*\*\* the aforementioned sleeve 17 equipped with the aforementioned coil section 12, and they are prepared so that \*\*\*\* Xx and Yy and ... may be arranged by turns at a circumferencial direction.

[0017] The aforementioned coil section 12 consists of a bobbin 14 made from a resin which has a flange to ends, and a coil 15 \*\*\*\*\* by this. Moreover, it is formed in the shape of a cylinder, intussusceptum 17a formed in \*\*\*\* is prepared in both ends, and the impaction of the aforementioned sleeve 17 is carried out to the impaction holes 11b and 16b formed in the center section of each stator yokes X and Y. Furthermore, pin 14a is \*\*\*\*\* by the flange of the both sides of a bobbin 14, the holes 11c and 16c which \*\*\*\* these pins are established in both stator yokes X and Y, respectively, and the relative positioning to the circumferencial direction of the stator yokes X and Y at the time of attaching these stator yokes X and Y and the coil section 12 is performed.

[0018] Moreover, after inserting attaching hole 19a of the circuit board 19 in motor substrate 20 center section formed in convex, the motor substrate 20 and the circuit board 19 are fixed. the [ then, ] -- the [ 1 stator yoke X the coil section 12, the sleeve 17, and ] -- the stator 10 constituted by 2 stator yoke Y is attached to the motor substrate 20 21 shows the sensor slack hall device which detects the magnetic pole position of a rotator.

[0019] Here, the aforementioned coil section 12 performs vaccum pressure close processing which carries out pressing impregnation of the thermosetting resin in a vacuum, and after heat-treating further and stiffening a resin, it is included in a stator 10. thus, the electromagnetism of the coil which a coil current produces by switch \*\*\*\*\*s at high speed since a coil 15 and the bobbin 14 fix completely by hardening a resin after making a resin permeate between coils 15 and between a coil 15 and the bobbin 14 -- vibration is suppressed and a reduction of an ambient noise is attained In addition, in this example, although the epoxy system resin was used as thermosetting resin, as long as it is the material which is not restricted to this and has the adhesion effect, materials, such as a unsaturated-polyester system material, are sufficient.

[0020] (Example 2) Other examples of vibration of the brushless DC motor of this invention and the reduction technique of an ambient noise are explained. After \*\*\*\*ing the self welding coil 30, using the self welding coil 30 as a coil 15 of the aforementioned coil section 12, it hardens by technique, such as a heat tracing or a self-electric heating. Drawing 3 shows the structure of the self welding coil 30 of the example of this invention, bakes the insulating coat 32 on a conductor 31, and has printed the weld

coating 33 which consists of the reactive polymer matter further. What is necessary is for there to be the heat-tracing hardening method and self-electric heating which apply heat from the exterior, a solvent method, the solvent heating method, etc., and just to use properly as the hardening technique, according to each status. Although the comparatively easy heat-tracing method and the self-electric heating were used in this example, the remarkable improvement was seen by vibration and the reduction of an ambient noise also in which technique.

[0021] (Example 3) Other examples of vibration of the brushless DC motor of this invention and the reduction technique of an ambient noise are explained. Another means is needed, when vibration of the aforementioned coil section 12 travels to the stator yokes X and Y of a sheet metal configuration and vibration and an ambient noise are amplified, although the means indicated in the example 1 and the example 2 is effective when only vibration and the ambient noise of the aforementioned coil section 12 pose a problem. Then, it is considered as the configuration which carried out the mould of the stator yokes X and Y of the couple which \*\*\*\*s the aforementioned coil section 12 and the aforementioned coil section 12 in one by thermosetting resin 22 as a means for reducing vibration of the aforementioned coil section 12 and the stator yokes X and Y and an ambient noise. As concrete configuration procedure, after attaching the aforementioned coil section 12 and the stator yokes X and Y first, thermosetting resin 22 is filled up with and heated in the opening between the aforementioned coil section 12 and the stator yokes X and Y. The remarkable effect was looked at by vibration and the reduction of an ambient noise by considering as such a configuration. In addition, in this example, although the epoxy system resin was used as thermosetting resin, as long as it is the material which is not restricted to this and has the adhesion effect, materials, such as a unsaturated-polyester system material, are sufficient.

[0022] (Example 4) Other examples of vibration of the brushless DC motor of this invention and the reduction technique of an ambient noise are explained. As a means in case vibration of the both sides of a coil and a stator yoke and an ambient noise occur, both one-mould processings of conductors fixing processing of the aforementioned coil section 12, the aforementioned coil section 12, and the stator yokes X and Y were performed. After the aforementioned coil section 12 performed vacuum pressure close processing which carries out pressing impregnation of the thermosetting resin in a vacuum and included it in the stator yokes X and Y, it filled up with and heated thermosetting resin in the opening between the aforementioned coil section 12 and the stator yokes X and Y. thus, the electromagnetism according to a switch to a coil current by performing both one-mould processings of conductors fixing processing, the coil section, and the stator yokes X and Y of the coil section -- vibration and an ambient noise are reduced by leaps and bounds. In addition, in this example, although the epoxy system resin was used as thermosetting resin for one-mould processing of conductors fixing processing of the coil section and the coil section, and the stator yokes X and Y, as long as it is the material which is not restricted to this and has the adhesion effect, materials, such as a unsaturated-polyester system material, are sufficient. Moreover, as conductors fixing processing, when the aforementioned self welding coil 30 is used, the same effect is seen.

[0023] (Example 5) The brushless DC motor of this invention and the example of the eddy-current-loss reduction means of a motor substrate are explained using drawing.

[0024] In drawing 5, a brushless DC motor 40 is constituted combining a rotator 2 and the stator 10, and the rotator 2 is constituted by the shaft 6 pressed fit in the FG magnet 7 by which \*\* arrival is carried out to the cylinder-like permanent magnet 5 and rotator yoke 3 periphery side by which \*\* arrival is carried out to back yoke 4 and back yoke 4 inner skin by which \*\* arrival is carried out to cup-like yoke [ rotator ] 3 and rotator yoke 3 inner skin, and the center of the rotator yoke 3.

[0025] The stator 10 is constituted by upper 1st stator yoke X, the coil section 12, and the bearing 18 make free the support of the rotation of lower 2nd stator yoke Y, the sleeve 17, and the shaft 6 of.

[0026] After forming both stator yokes X and Y with a soft-magnetism metal plate and piercing in a predetermined configuration, by \*\*\*\*ing \*\*\*\*\* of the radiation orientation right-angled, further, \*\*\*\* Xx and Yy and ... are formed, and the stator yokes X and Y \*\*\*\* the sleeve 17 equipped with the coil section 12, and they are prepared so that \*\*\*\* Xx and Yy and ... may be arranged by turns at a circumferencial direction.



[0027] The coil section 12 consists of a bobbin 14 made from a resin which has a flange to ends, and a coil 15 \*\*\*\*ed by this. Moreover, it is formed in the shape of a cylinder, intussusceptum 17a formed in \*\*\*\* is prepared in both ends, and the impaction of the above-mentioned sleeve 17 is carried out to the impaction holes 11b and 16b formed in the center section of each stator yokes X and Y. Furthermore, pin 14a is \*\*\*\*ed by the flange of the both sides of a bobbin 14, the holes 11c and 16c which \*\*\*\* these pins are established in both stator yokes X and Y, respectively, and the relative positioning to the circumferencial direction of the stator yokes X and Y at the time of attaching these stator yokes X and Y and the coil section 12 is performed.

[0028] With the spacer 24 installed near \*\*\*\* 23 of motor substrate 20 center section, and the motor substrate 20 periphery section, as the circuit board 19 forms an air space 25 between the motor substrates 20, arrangement fixation is carried out. Moreover, the FG pattern 26 for roll controls is formed in the position which counters the FG magnet 7 on the circuit board 19. the [ then, ] -- the [ 1 stator yoke X the coil section 12, the sleeve 17, and ] -- the stator 10 constituted by 2 stator yoke Y is attached to the motor substrate 20 21 shows the sensor slack hall device which detects the magnetic pole position of a rotator 2.

[0029] Thus, in case a distance suitable between the motor substrates 20 which consist of conductive materials, such as the FG magnet 7, iron, and aluminum, by forming an air space 25 between the circuit boards 19 in which the motor substrate 20 and the FG pattern 26 were formed will be established and the FG magnet 7 rotates with a rotator 2 at high speed, the eddy current generated in the motor substrate 20 decreases, and, as a result, a motor efficiency improves.

[0030] (Example 6) The drive technique of the brushless DC motor of this invention is explained using drawing. The basic structure of the brushless DC motor of this invention is the same as that of what is shown in drawing 5 and drawing 6 , and a brushless DC motor 40 is constituted combining a rotator 2 and the stator 10. a rotator 2 The FG magnet 7 by which \*\* arrival is carried out to the cylinder-like permanent magnet 5 and rotator yoke 3 periphery side by which \*\* arrival is carried out to back yoke 4 and back yoke 4 inner skin by which \*\* arrival is carried out to cup-like yoke [ rotator ] 3 and rotator yoke 3 inner skin, It is constituted by the shaft 6 pressed fit in the center of the rotator yoke 3.

[0031] The stator 10 is constituted by upper 1st stator yoke X, the coil section 12, and the bearing 18 make free the support of the rotation of lower 2nd stator yoke Y, the sleeve 17, and the shaft 6 of.

[0032] After forming both stator yokes X and Y with a soft-magnetism metal plate and piercing in a predetermined configuration, by \*\*\*\*ing \*\*\*\*\* of the radiation orientation right-angled, further, \*\*\*\* Xx and Yy and ... are formed, and the stator yokes X and Y \*\*\*\* the sleeve 17 equipped with the coil section 12, and they are prepared so that \*\*\*\* Xx and Yy and ... may be arranged by turns at a circumferencial direction.

[0033] The coil section 12 consists of a bobbin 14 made from a resin which has a flange to ends, and a coil 15 \*\*\*\*ed by this. Moreover, it is formed in the shape of a cylinder, intussusceptum 17a formed in \*\*\*\* is prepared in both ends, and the impaction of the above-mentioned sleeve 17 is carried out to the impaction holes 11b and 16b formed in the center section of each stator yokes X and Y. Furthermore, pin 14a is \*\*\*\*ed by the flange of the both sides of a bobbin 14, the holes 11c and 16c which \*\*\*\* these pins are established in both stator yokes X and Y, respectively, and the relative positioning to the circumferencial direction of the stator yokes X and Y at the time of attaching these stator yokes X and Y and the coil section 12 is performed.

[0034] With the spacer 24 installed near \*\*\*\* 23 of motor substrate 20 center section, and the motor substrate 20 periphery section, as the circuit board 19 forms an air space 25 between the motor substrates 20, arrangement fixation is carried out. Moreover, the FG pattern 26 for roll controls is formed in the position which counters the FG magnet 7 on the circuit board 19. the [ then, ] -- the [ 1 stator yoke X the coil section 12, the sleeve 17, and ] -- the stator 10 constituted by 2 stator yoke Y is attached to the motor substrate 20 21 shows the sensor slack hall device which detects the magnetic pole position of a rotator 2.

[0035] As shown in drawing 7 , pole face-width a of aforementioned \*\*\*\* Xx, and pole face-width b of aforementioned \*\*\*\* Yy Furthermore, nothing [ inequality width of face and nothing ], And each \*\*\*\*



Xx and Yy, \*\*\*\* pitch c which connects the midpoint of ... one by one, d, c, d, and \*\*\*\* pitch c and \*\*\*\* pitch d of ... An irregular pitch and nothing, furthermore, pole face-width a of \*\*\*\* Xx of the side which consists in the hand of cut 51 of the aforementioned permanent magnet rotator among \*\*\*\*s Xx and Yy of \*\*\*\*\* of each above It forms more greatly than pole face-width b of \*\*\*\* Yy of another side, and \*\*\*\* pitch c to \*\*\*\* Yy of aforementioned another side is formed from aforementioned one \*\*\*\* Xx smaller than \*\*\*\* pitch d to aforementioned one [ \*\*\*\* Yy of aforementioned another side to ] \*\*\*\* Xx.

[0036] In drawing 8 and drawing 9, the solid line shows the cogging torque of the brushless DC motor of this invention. The stable position of the rotator [ in the status that it does not excite, in O in drawing ] 2, and x are the points switching [ coil current ]. As shown in drawing 8, in order not to generate the point, i.e., the dead point, in which self-activation is impossible, as a dotted line shows, in this kind of motor, a coil current is usually switched near the positive peak of cogging torque (x shows). However, in the case of a switch of a coil current, as turning effort, the current committed effectively will decrease and the upper limit of a speed will be suppressed so that the standup and falling of a current take time under the influence of the inductance of a coil, therefore rotation becomes high-speed. Therefore, in order to rotate this kind of brushless DC motor at high speed, a coil current is switched a little early, namely, it is necessary to give the angle of lead. However, there is a trouble where negative torque may occur in the excitation status if the angle of lead is given, and the point which cannot be started occurs as a result. As this invention shows to drawing 9, the occurrence torque which can be set by the point switching [ coil current ] from the static position of the rotator shown by O with then, a positive value And the task W1 (positive occurrence torque field shown with the oblique line in drawing) which positive torque does by the point switching [ coil current ] from the static position of a rotator The switching point of a coil current was set up so that it might become larger than the task W2 (negative occurrence torque field shown with the oblique line in drawing) which the negative torque generated after a coil current switch does. Thus, as a result of setting up the angle of lead under some conditions, negative torque acquired the rotation drive technique of the motor which can be self-started certainly from the rotator static position, although it generated. Moreover, since the angle of lead was prepared, high-speed rotation was also attained.

[0037]

[Effect of the invention] since this invention is constituted as explained above -- the following -- written \*\*\*\* -- an effect [ like ] is done so

[0038] the electromagnetism resulting from a switch of a coil current -- since it has the prevention means of vibration and an ambient noise, even if it switches a coil current at high speed, vibration and an ambient noise cannot occur, but a motor can be rotated at high speed

[0039] And by having established a means to reduce the eddy current loss generated in the aforementioned motor substrate resulting from rotation of a permanent magnet rotator and the magnet for FG, the luminous efficacy of a motor was raised and high-speed rotation was enabled.

[0040] And since the conditions self-started certainly were found out even if it attached the angle of lead, a motor can be rotated more at high speed.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[An easy explanation of a drawing]

[ Drawing 1 ] Drawing of longitudinal section showing one example of the brushless DC motor of this invention.

[ Drawing 2 ] The decomposition perspective diagram showing one example of the brushless DC motor of this invention.

[ Drawing 3 ] The cross section of a self welding coil showing one example of the reduction means of vibration of this invention and vibration.

[ Drawing 4 ] Drawing of longitudinal section of the coil section which shows one example of the reduction means of vibration of this invention and vibration.

[ Drawing 5 ] Drawing of longitudinal section showing one example of the brushless DC motor of this invention.

[ Drawing 6 ] The decomposition perspective diagram showing one example of the brushless DC motor of this invention.

[ Drawing 7 ] The plan showing the stator yoke and permanent magnet of a brushless DC motor of this invention.

[ Drawing 8 ] Drawing showing a torque curve.

[ Drawing 9 ] Drawing showing a torque curve.

[An explanation of a sign]

1, 40 Brushless DC motor

2 Rotator

3 Rotator Yoke

4 Back Yoke

5 Permanent Magnet

6 Shaft

7 FG Magnet

10 Stator

12 Coil Section

14 Bobbin

15 Coil

17 Sleeve

18 Bearing

19 Circuit Board

20 Motor Substrate

21 Hall Device

22 Thermosetting Resin

23 Motor Substrate \*\*\*\*

24 Spacer

25 Air Space

26 FG Pattern  
30 Self Welding Coil  
31 Conductor  
32 Insulating Layer  
33 Weld Coating

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-191561

(43) 公開日 平成8年(1996)7月23日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 2 K 29/14				
1/12	A			
3/34	D			
5/24	Z			
29/00	Z			

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 9 頁)

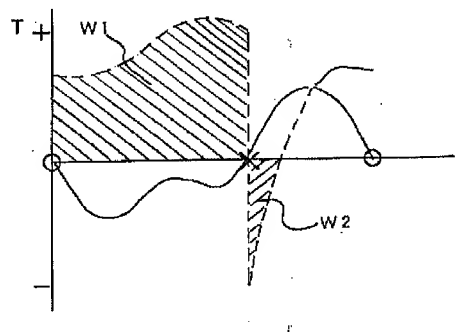
(21) 出願番号	特願平7-994	(71) 出願人	000002369 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(22) 出願日	平成7年(1995)1月9日	(72) 発明者	松澤 欣也 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 鈴木 喜三郎 (外1名)

(54) 【発明の名称】 ブラシレスDCモータおよびその回転駆動方法

(57) 【要約】

【目的】 極歯型ブラシレスDCモータを高速で回転させるときの振動及び騒音の低減方法と、高速で回転させるための回転駆動方法を提供すること。

【構成】 極歯構造を有するラジアルギャップ型ブラシレスDCモータにおいて、コイル電流のスイッチングに起因する振動・騒音低減手段として、導体間固着処理あるいはコイルと薄板状ヨークとの一体的モールド処理あるいは双方の処理を施した。また、本モータを高速回転させるための回転駆動方法として、無励磁状態における回転子の静止位置からコイル電流切り換え点までにおける発生トルクが正の値で、且つ、回転子の静止位置からコイル電流切り換え点までに正の発生トルクがする仕事、コイル電流切り換え以降に発生する負の発生トルクがする仕事より大きくなるように設定した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 円周方向に交互にN極とS極を等ピッチに多極着磁した円筒状もしくはセグメント状の永久磁石回転子と、

1対のステータヨークを対面させて構成されるものであって、各ステータヨークは軟磁性金属板を折り曲げて、前記永久磁石回転子の極数の半数の極歯を形成するとともに、これらの極歯を組み合わせてなる固定子と、ステータヨークに挟み込まれ、前記固定子を励磁するための円管状のコイルと、を具備したブラシレスDCモータにおいて、コイル電流の切り換えに起因する振動及び騒音の防止手段を設けたことを特徴とするブラシレスDCモータ。

【請求項2】 前記振動及び騒音の防止手段が、コイルの導体間固着処理を施したことを特徴とする請求項1記載のブラシレスDCモータ。

【請求項3】 前記振動及び騒音の防止手段が、1対のステータヨークとコイルとの一体固着処理を施したことを特徴とする請求項1記載のブラシレスDCモータ。

【請求項4】 前記振動及び騒音の防止手段が、前記コイルの導体間固着処理と1対のステータヨークとコイルとの一体固着処理の両方を施したことを特徴とする請求項1記載のブラシレスDCモータ。

【請求項5】 前記コイルの導体間固着処理が、含浸固着処理であることを特徴とする請求項2記載のブラシレスDCモータ。

【請求項6】 前記コイルの導体間固着処理が、導体の自己融着処理であることを特徴とする請求項2記載のブラシレスDCモータ。

【請求項7】 前記1対のステータヨークとコイルとの一体固着処理が、熱硬化性樹脂による固着処理であることを特徴とする請求項3記載のブラシレスDCモータ。

【請求項8】 前記コイルの導体間固着処理が含浸固着処理であり、且つ、前記1対のステータヨークとコイルとの一体固着処理が熱硬化性樹脂による固着処理であることを特徴とする請求項4記載のブラシレスDCモータ。

【請求項9】 前記コイルの導体間固着処理が導体の自己融着処理であり、且つ、前記1対のステータヨークとコイルとの一体固着処理が熱硬化性樹脂による固着処理であることを特徴とする請求項4記載のブラシレスDCモータ。

【請求項10】 円周方向に交互にN極とS極を等ピッチに多極着磁した円筒状もしくはセグメント状の永久磁石回転子と、前記永久磁石回転子と一体的に回転するFGマグネットと、

1対のステータヨークを対面させて構成されるものであって、各ステータヨークは軟磁性金属板を折り曲げて、前記永久磁石回転子の極数の半数の極歯を形成すると

もに、これらの極歯を組み合わせてなる固定子と、ステータヨークに挟み込まれ、前記固定子を励磁するための円管状のコイルと、

FG用パターンが形成されたプリント基板と、前記プリント基板とコイルとステータヨークが固着され、前記永久磁石回転子が回転自在に支持されるモータ基板と、を具備したブラシレスDCモータにおいて、永久磁石回転子及びFG用マグネットが回転することにより、前記モータ基板に発生する渦電流損を低減する手段を設けたことを特徴とするブラシレスDCモータ。

【請求項11】 前記渦電流を低減する手段が、前記モータ基板と前記プリント基板との間に電氣的絶縁層を設けたことを特徴とする請求項10記載のブラシレスDCモータ。

【請求項12】 前記電氣的絶縁層が空気層であることを特徴とする請求項11記載のブラシレスDCモータ。

【請求項13】 円周方向に交互にN極とS極を等ピッチに多極着磁した円筒状もしくはセグメント状の永久磁石回転子と、

1対のステータヨークを対面させて構成されるものであって、各ステータヨークは軟磁性金属板を折り曲げて、前記永久磁石回転子の極数の半数の極歯を形成するとともに、これらの極歯を組み合わせてなる固定子と、ステータヨークに挟み込まれ、前記固定子を励磁するための円管状のコイルと、を具備し、前記2個のステータヨークX、Yのそれぞれ極歯Xx、Yy、・・・のうち隣接する極歯Xx、Yy二つで一組の極歯組を設定するとともに、前記極歯Xxの極歯幅aと前記極歯Yyの極歯幅bとを不等幅となし、且つ、各極歯幅Xx、Yy、・・・の中間点を順次結ぶ極歯ピッチc、d、c、d、・・・の極歯ピッチcと極歯ピッチdとを不等ピッチとなし、更に、前記各々の極歯組の極歯Xx、Yyのうち前記永久磁石回転子の回転方向に存する側の極歯Xxの極歯幅aを、他方の極歯Yyの極歯幅bよりも大きく形成するとともに、前記一方の極歯Xxから前記他方の極歯Yyへの極歯ピッチcを、前記他方の極歯Yyから前記一方の極歯Xxへの極歯ピッチdよりも小さく形成したブラシレスDCモータにおいて、無励磁状態における回転子の静止位置からコイル電流切り換え点までにおける発生トルクが正の値で、且つ、回転子の静止位置からコイル電流切り換え点までに正の発生トルクがする仕事、コイル電流切り換え以降に発生する負の発生トルクがする仕事より大きいことを特徴とするブラシレスDCモータの回転駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ブラシレスDCモータに関し、特に、高速回転化とそれに伴う高効率化、低振動化、低騒音化を図ったラジアルギャップタイプのブラシレスDCモータ構造及びその回転駆動方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】この種の従来のブラシレスDCモータにおいては、特開昭61-214759に記載されているように、起動不可能な点を解消すること、または特願平4-215158、特願平4-348865、PCT/JP93/01015に記載されているように、起動不可能な点を解消すると同時に回転ムラを低減することを目的としており、高速回転化とそれに伴う高効率化、低振動化、低騒音化のための具体的方策は開示されていなかった。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】この種の従来のブラシレスDCモータにおいては、コイル電流の通電方向を高速で切り換えると個々の電子が高周波な交番電磁力を受け、その力の和がコイルを形成する導体に作用するためコイルが電磁振動し騒音を発生する。さらに、コイルの振動が薄板状のステータヨークに伝わり振動と騒音が増幅されるという問題点を有する。

【0004】また、N極とS極が交互に着磁されたFG用マグネットが高速で回転すると、導電性材料で構成されたモータ基板に渦電流が発生しブレーキ力が働き高速回転を妨げる。所望の回転数を得るためには、さらに渦電流損分の電力を投入する必要が生じモータ効率を下げ原因となる。

【0005】さらに、従来のブラシレスDCモータにおいては、起動不可能な点を解消するためにコギングトルク（無励磁状態において磁石とステータヨークの吸引によるトルク）の正のピーク近傍でコイル電流の切り換えを行っていた。コイル電流の切り換えの際、インダクタンスの影響で電流の立ち上がりとしち下がり時間に要し、そのため回転が高速になるほど回転力として有効に働く電流は減少し、速度の上限が抑えられることになる。したがって、モータを高速で回転させるためには、コイル電流の切り換えを早めに行う、すなわち進み角をつけることが必要となる。しかし、この種のブラシレスDCモータにおいて進み角をつけると、コイルに電流を流した励磁状態において負の発生トルク（通電時に発生するトルクであって、コイル電流により発生する励磁トルクとコギングトルクとの和）が生じる可能性があり、その結果起動不可能な点が発生するという問題点が生じる。

【0006】本発明は、この種のブラシレスDCモータを高速回転させるときの、コイル電流の高速な切り換えによるコイルおよびステータヨークの振動と騒音を低減するモータ構造を提供することを第1の目的としている。また、本発明は、この種のブラシレスDCモータが高速回転するときにモータ基板に発生する渦電流損を低減してモータ効率を向上させるモータ構造を提供することを第2の目的としている。さらに、本発明は、この種のブラシレスDCモータを高速回転させるためのモータ

の回転駆動方法を提供することを第3の目的としている。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明に係る請求項1のブラシレスDCモータにおいては、円周方向に交互にN極とS極を等ピッチに多極着磁した円筒状もしくはセグメント状の永久磁石回転子と、1対のステータヨークを対面させて構成されるものであって、各ステータヨークは軟磁性金属板を折り曲げて、前記永久磁石回転子の極数の半数の極歯を形成するとともに、これらの極歯を組み合わせてなる固定子と、ステータヨークに挟み込まれ、前記固定子を励磁するための円管状のコイルと、を具備したブラシレスDCモータにおいて、コイル電流の切り換えに起因する振動及び騒音の防止手段を設けたことを特徴とする。また、本発明のブラシレスDCモータは、前記振動及び騒音の防止手段が、コイルの導体間固着処理を施したことを特徴とする。また、本発明のブラシレスDCモータは、前記振動及び騒音の防止手段が、1対のステータヨークとコイルとの一体固着処理を施したことを特徴とする。また、本発明のブラシレスDCモータは、前記振動及び騒音の防止手段が、前記コイルの導体間固着処理と1対のステータヨークとコイルとの一体固着処理の両方を施したことを特徴とする。また、本発明のブラシレスDCモータは、前記コイルの導体間固着処理が含浸固着処理であることを特徴とする。また、本発明のブラシレスDCモータは、前記コイルの導体間固着処理が導体の自己融着処理であることを特徴とする。また、本発明のブラシレスDCモータは、前記1対のステータヨークとコイルとの一体固着処理が、熱硬化性樹脂による固着処理であることを特徴とする。また、本発明のブラシレスDCモータは、前記コイルの導体間固着処理が含浸固着処理であり、且つ、前記1対のステータヨークとコイルとの一体固着処理が熱硬化性樹脂による固着処理であることを特徴とする。また、本発明のブラシレスDCモータは、前記コイルの導体間固着処理が導体の自己融着処理であり、且つ、前記1対のステータヨークとコイルとの一体固着処理が熱硬化性樹脂による固着処理であることを特徴とする。

【0008】また、本発明に係る請求項10のブラシレスDCモータにおいては、円周方向に交互にN極とS極を等ピッチに多極着磁した円筒状もしくはセグメント状の永久磁石回転子と、前記永久磁石回転子と一体的に回転するFGマグネットと、1対のステータヨークを対面させて構成されるものであって、各ステータヨークは軟磁性金属板を折り曲げて、前記永久磁石回転子の極数の半数の極歯を形成するとともに、これらの極歯を組み合わせてなる固定子と、ステータヨークに挟み込まれ、前記固定子を励磁するための円管状のコイルと、FG用パターンが形成されたプリント基板と、前記プリント基板

とコイルとステータヨークが固着され、前記永久磁石回転子が回転自在に支持されるモータ基板と、を具備したブラシレスDCモータにおいて、永久磁石回転子及びFG用マグネットが回転することにより、前記モータ基板に発生する渦電流損を低減する手段を設けたことを特徴とする。また、本発明のブラシレスDCモータは、前記渦電流を低減する手段が、前記モータ基板と前記プリント基板との間に電氣的絶縁層を設けたことを特徴とする。また、本発明のブラシレスDCモータは、前記電氣的絶縁層が空気層であることを特徴とする。

【0009】さらに、本発明に係る請求項13のブラシレスDCモータの回転駆動方法においては、円周方向に交互にN極とS極を等ピッチに多極着磁した円筒状もしくはセグメント状の永久磁石回転子と、1対のステータヨークを対面させて構成されるものであって、各ステータヨークは軟磁性金属板を折り曲げて、前記永久磁石回転子の極数の半数の極歯を形成するとともに、これらの極歯を組み合わせてなる固定子と、ステータヨークに挟み込まれ、前記固定子を励磁するための円管状のコイルと、を具備し、前記2個のステータヨークX、Yのそれぞれ極歯Xx、Yy、・・・のうち隣接する極歯Xx、Yy二つで一組の極歯組を設定するとともに、前記極歯Xxの極歯幅aと前記極歯Yyの極歯幅bとを不等幅となし、且つ、各極歯幅Xx、Yy、・・・の中間点を順次結ぶ極歯ピッチc、d、c、d、・・・の極歯ピッチcと極歯ピッチdとを不等ピッチとなし、更に、前記各々の極歯組の極歯Xx、Yyのうち前記永久磁石回転子の回転方向に存する側の極歯Xxの極歯幅aを、他方の極歯Yyの極歯幅bよりも大きく形成するとともに、前記一方の極歯Xxから前記他方の極歯Yyへの極歯ピッチcを、前記他方の極歯Yyから前記一方の極歯Xxへの極歯ピッチdよりも小さく形成したブラシレスDCモータにおいて、無励磁状態における回転子の静止位置からコイル電流切り換え点までにおける発生トルクが正の値で、且つ、回転子の静止位置からコイル電流切り換え点までに正の発生トルクがする仕事、コイル電流切り換え以降に発生する負の発生トルクがする仕事より大きいことを特徴とする。

【0010】

【作用】本発明に係る請求項1のブラシレスDCモータにおいては、コイル電流の切り換えに起因する電磁振動と騒音の防止手段を有するため、高速でコイル電流を切り換えても振動及び騒音が発生せず、モータを高速で回転させることができる。そして、コイル電流切り換えの周波数やコイル及びステータヨークの固有振動周波数により、主にコイルを構成する導体の振動及び騒音が問題となる場合は、導体間固着処理を施すことにより振動及び騒音を防止できる。また、主にステータヨークに伝わった振動及び騒音が問題となる場合は、ステータヨークとコイルとの一体固着処理を施すことにより振動及び騒

音を防止できる。さらに、導体及びステータヨーク双方の振動と騒音が問題となる場合は導体間固着処理とステータヨークとコイルとの一体固着処理をともに施すことにより振動及び騒音を防止できる。前記導体間固着処理として含浸固着処理を施すことにより、巻線の占積率を低下させることなく比較的安価にコイルの振動及び騒音を低減できる。前記導体間固着処理として導体の自己融着処理を施すことにより、比較的少ない工数で簡単にコイルの振動及び騒音を低減できる。また、ステータヨークとコイルの一体固着処理として熱硬化性樹脂を用いて固着処理を施すことにより、ステータヨークとコイルが確実に固定され、比較的広域な周波数の振動及び騒音を低減することができる。

【0011】本発明に係る請求項10のブラシレスDCモータにおいては、永久磁石回転子及びFG用マグネットの回転に起因する前記モータ基板に発生する渦電流損を低減する手段を設けたことにより、モータの効率を向上させ高速回転を可能とした。

【0012】また、前記渦電流損を低減する手段として、前記モータ基板と前記プリント基板との間に電氣的絶縁層を設けることにより、モータの高効率化と高速回転を可能とした。さらに前記電氣的絶縁の具体的方策として、前記モータ基板と前記プリント基板との間に空気層を設けることにより、複雑な加工や余分な材料を用いることなく簡単にモータの高効率化と高速回転が可能となる。

【0013】本発明に係る請求項13のブラシレスDCモータにおいては、無励磁状態における回転子の静止位置からコイル電流切り換え点までにおける発生トルクが正の値で、且つ、回転子の静止位置からコイル電流切り換え点までに正の発生トルクがする仕事、コイル電流切り換え以降に発生する負の発生トルクがする仕事より大きい、進み角を設けても確実に起動できる高速回転モータを実現できる。

【0014】

【実施例】

(実施例1) 本発明のブラシレスDCモータと振動及び騒音の低減手段の一実施例について図を用いて説明する。図1において、ブラシレスDCモータ1は回転子2とステータ10を組み合わせて構成され、前記回転子2は、カップ状の回転子ヨーク3と前記回転子ヨーク3内周面に貼着されるリング状のバックヨーク4と前記バックヨーク4内周面に貼着される円筒状の永久磁石5と、前記回転子ヨーク3の中心に圧入されたシャフト6により構成されている。

【0015】ステータ10は、上側の第1ステータヨークXと、コイル部12と、下側の第2ステータヨークY、スリーブ17及び前記シャフト6を回転自在に支承する軸受18とにより構成されている。

【0016】前記双方のステータヨークX、Yは軟磁性



金属板により形成され、所定の形状に打ち抜いた後、放射方向の延在部分を直角に折曲することにより極歯Xx、Yy、・・・が形成され、さらに、ステータヨークX、Yは、前記コイル部12が装着される前記スリーブ17を介装して、円周方向に極歯Xx、Yy、・・・が交互に配置されるように設けられている。

【0017】前記コイル部12は、両端にフランジを有する樹脂製のボビン14と、これに巻回される巻線15とからなる。また、前記スリーブ17は、円筒状に形成され、両端部には段部に形成された嵌入部17aが設けられており、各ステータヨークX、Yの中央部に形成された嵌入穴11b、16bに嵌入されている。さらに、ボビン14の双方のフランジにはピン14aが突設され、これらのピンに係合する穴11c、16cが双方のステータヨークX、Yにそれぞれ設けられており、これらのステータヨークX、Yとコイル部12とを組み付ける際に、ステータヨークX、Yの円周方向における相対的な位置決めが行われる。

【0018】また、回路基板19の取付穴19aを、凸状に形成されたモータ基板20中央部に挿入した後モータ基板20と回路基板19は固定される。その後、第1ステータヨークX、コイル部12、スリーブ17、及び第2ステータヨークYにより構成されるステータ10はモータ基板20に組み付けられる。21は回転子の磁極位置を検出するセンサーたるホール素子を示す。

【0019】ここで、前記コイル部12は、真空中で熱硬化性樹脂を圧入含浸する真空圧入処理を施し、さらに熱処理を施して樹脂を硬化させた後、ステータ10に組み込まれる。このように、巻線15の間及び巻線15とボビン14の間に樹脂を浸透させた後、樹脂を硬化することにより巻線15とボビン14が完全に固着するため、コイル電流が高速で切り換えらることで生じる巻線の電磁振動が抑えられ、騒音の低減が可能となる。なお、本実施例では、熱硬化性樹脂としてエポキシ系樹脂を用いたが、これに限られるものではなく、接着効果のある材料であれば不飽和ポリエステル系材料などの材料でもよい。

【0020】（実施例2）本発明のブラシレスDCモータの振動及び騒音の低減方法の他の実施例について説明する。前記コイル部12の巻線15として自己融着巻線30を用い、自己融着巻線30を巻回した後、外部加熱あるいは自己通電加熱法などの方法により硬化する。図3は本発明の実施例の自己融着巻線30の構造を示すもので、導体31上に絶縁被膜32を焼付け、さらに反応性高分子物質からなる融着塗料33を焼き付けてある。硬化方法としては、外部から熱を加える外部加熱硬化法、自己通電加熱法、溶剤法、溶剤加熱法などがあり、各々の状況に応じて使い分ければよい。本実施例では、比較的簡単な外部加熱法と自己通電加熱法を用いたが、

改善がみられた。

【0021】（実施例3）本発明のブラシレスDCモータの振動及び騒音の低減方法の他の実施例について説明する。前記コイル部12の振動及び騒音のみが問題となる場合は、実施例1及び実施例2に記載した手段が有効であるが、前記コイル部12の振動が薄板形状のステータヨークX、Yに伝わり振動及び騒音が増幅される場合には、別の手段が必要となる。そこで、前記コイル部12及びステータヨークX、Yの振動及び騒音を低減するための手段として、前記コイル部12と前記コイル部12を挟持する一対のステータヨークX、Yを熱硬化性樹脂22により一体的にモールドした構成とした。具体的な構成手順としては、まず前記コイル部12とステータヨークX、Yを組み付けた後、前記コイル部12とステータヨークX、Yの隙間に熱硬化性樹脂22を充填し加熱する。このような構成とすることにより、振動及び騒音の低減に著しい効果が見られた。なお、本実施例では、熱硬化性樹脂としてエポキシ系樹脂を用いたが、これに限られるものではなく、接着効果のある材料であれば不飽和ポリエステル系材料などの材料でもよい。

【0022】（実施例4）本発明のブラシレスDCモータの振動及び騒音の低減方法の他の実施例について説明する。コイルとステータヨークの双方の振動及び騒音が発生する場合の手段として、前記コイル部12の導体間固着処理と前記コイル部12とステータヨークX、Yの一体的モールド処理をともに施した。前記コイル部12は、真空中で熱硬化性樹脂を圧入含浸する真空圧入処理を施し、ステータヨークX、Yに組み込んだ後、前記コイル部12とステータヨークX、Yの隙間に熱硬化性樹脂を充填し加熱した。このように、コイル部の導体間固着処理とコイル部とステータヨークX、Yの一体的モールド処理をともに施すことにより、コイル電流に切り換えによる電磁振動及び騒音は飛躍的に低減される。なお、本実施例では、コイル部の導体間固着処理及びコイル部とステータヨークX、Yの一体的モールド処理用熱硬化性樹脂としてエポキシ系樹脂を用いたが、これに限られるものではなく、接着効果のある材料であれば不飽和ポリエステル系材料などの材料でもよい。また、導体間固着処理として、前記自己融着巻線30を用いた場合も同様の効果が見られる。

【0023】（実施例5）本発明のブラシレスDCモータとモータ基板の渦電流損低減手段の実施例について図を用いて説明する。

【0024】図5において、ブラシレスDCモータ40は回転子2とステータ10を組み合わせて構成され、回転子2は、カップ状の回転子ヨーク3と回転子ヨーク3内周面に貼着されるバックヨーク4とバックヨーク4内周面に貼着される円筒状の永久磁石5と回転子ヨーク3外周面に貼着されるFGマグネット7と、回転子ヨーク3の中心に圧入されたシャフト6により構成されてい

る。

【0025】ステータ10は、上側の第1ステータヨークXと、コイル部12と、下側の第2ステータヨークY、スリーブ17及びシャフト6を回転自在に支承する軸受18とにより構成されている。

【0026】双方のステータヨークX、Yは軟磁性金属板により形成され、所定の形状に打ち抜いた後、放射方向の延在部分を直角に折曲することにより極歯Xx、Yy、・・・が形成され、さらに、ステータヨークX、Yは、コイル部12が装着されるスリーブ17を介装して、円周方向に極歯Xx、Yy、・・・が交互に配置されるように設けられている。

【0027】コイル部12は、両端にフランジを有する樹脂製のボビン14と、これに巻回される巻線15とからなる。また、上記スリーブ17は、円筒状に形成され、両端部には段部に形成された嵌入部17aが設けられており、各ステータヨークX、Yの中央部に形成された嵌入穴11b、16bに嵌入されている。さらに、ボビン14の双方のフランジにはピン14aが突設され、これらのピンに係合する穴11c、16cが双方のステータヨークX、Yにそれぞれ設けられており、これらのステータヨークX、Yとコイル部12とを組み付ける際に、ステータヨークX、Yの円周方向における相対的な位置決めが行われる。

【0028】回路基板19は、モータ基板20中央部の段部23と、モータ基板20外周部近くに設置されたスペーサ24によって、モータ基板20との間に空気層25を設けるようにして配置固定される。また、回路基板19上のFGマグネット7に対向する位置には、回転制御用のFGパターン26が形成されている。その後、第1ステータヨークX、コイル部12、スリーブ17、及び第2ステータヨークYにより構成されるステータ10はモータ基板20に組み付けられる。21は回転子2の磁極位置を検出するセンサーたるホール素子を示す。

【0029】このように、モータ基板20とFGパターン26が形成された回路基板19との間に空気層25を設けることによって、FGマグネット7と鉄、アルミなどの導電性材料からなるモータ基板20との間に適当な距離が設けられることになり、回転子2とともにFGマグネット7が高速で回転する際、モータ基板20に発生する渦電流が減少し、その結果モータ効率が向上する。

【0030】(実施例6)本発明のブラシレスDCモータの駆動方法を図を用いて説明する。本発明のブラシレスDCモータの基本構造は図5及び図6に示すものと同じであり、ブラシレスDCモータ40は回転子2とステータ10を組み合わせて構成され、回転子2は、カップ状の回転子ヨーク3と回転子ヨーク3内周面に貼着されるバックヨーク4とバックヨーク4内周面に貼着される円筒状の永久磁石5と回転子ヨーク3外周面に貼着されるFGマグネット7と、回転子ヨーク3の中心に圧入さ

れたシャフト6により構成されている。

【0031】ステータ10は、上側の第1ステータヨークXと、コイル部12と、下側の第2ステータヨークY、スリーブ17及びシャフト6を回転自在に支承する軸受18とにより構成されている。

【0032】双方のステータヨークX、Yは軟磁性金属板により形成され、所定の形状に打ち抜いた後、放射方向の延在部分を直角に折曲することにより極歯Xx、Yy、・・・が形成され、さらに、ステータヨークX、Yは、コイル部12が装着されるスリーブ17を介装して、円周方向に極歯Xx、Yy、・・・が交互に配置されるように設けられている。

【0033】コイル部12は、両端にフランジを有する樹脂製のボビン14と、これに巻回される巻線15とからなる。また、上記スリーブ17は、円筒状に形成され、両端部には段部に形成された嵌入部17aが設けられており、各ステータヨークX、Yの中央部に形成された嵌入穴11b、16bに嵌入されている。さらに、ボビン14の双方のフランジにはピン14aが突設され、これらのピンに係合する穴11c、16cが双方のステータヨークX、Yにそれぞれ設けられており、これらのステータヨークX、Yとコイル部12とを組み付ける際に、ステータヨークX、Yの円周方向における相対的な位置決めが行われる。

【0034】回路基板19は、モータ基板20中央部の段部23と、モータ基板20外周部近くに設置されたスペーサ24によって、モータ基板20との間に空気層25を設けるようにして配置固定される。また、回路基板19上のFGマグネット7に対向する位置には、回転制御用のFGパターン26が形成されている。その後、第1ステータヨークX、コイル部12、スリーブ17、及び第2ステータヨークYにより構成されるステータ10はモータ基板20に組み付けられる。21は回転子2の磁極位置を検出するセンサーたるホール素子を示す。

【0035】さらに、図7に示すように、前記極歯Xxの極歯幅aと前記極歯Yyの極歯幅bとを不等幅となし、且つ、各極歯Xx、Yy、・・・の中間点を順次結ぶ極歯ピッチc、d、c、d、・・・の極歯ピッチcと極歯ピッチdとを不等ピッチとなし、さらに、前記各々の極歯組の極歯Xx、Yyのうち前記永久磁石回転子の回転方向51に存する側の極歯Xxの極歯幅aを、他方の極歯Yyの極歯幅bよりも大きく形成し、また、前記一方の極歯Xxから前記他方の極歯Yyへの極歯ピッチcを、前記他方の極歯Yyから前記一方の極歯Xxへの極歯ピッチdよりも小さく形成している。

【0036】図8及び図9において、実線は本発明のブラシレスDCモータのコギングトルクを示している。図中○は無励磁状態における回転子2の安定位置、×はコイル電流切り換え点である。図8に示すように、通常この種のモータにおいては、自起動不可能な点すなわちデ

11

ッドポイントを発生させないために、点線で示すようにコギングトルクの正のピークの近傍(×で示す)でコイル電流の切り換えを行う。しかし、コイル電流の切り換えの際、コイルのインダクタンスの影響で電流の立ち上がりとしち下がり時間に時間を要し、そのため回転が高速になるほど回転力として有効に働く電流は減少し、速度の上限が抑えられることになる。したがって、この種のブラシレスDCモータを高速で回転させるためには、コイル電流の切り換えを早めに行う、すなわち進み角をつけることが必要となる。しかし、進み角をつけると励磁状態において負のトルクが発生する可能性があり、その結果起動不可能な点が発生するという問題点がある。そこで、本発明では図9に示すように、○で示す回転子の静止位置からコイル電流切り換え点までにおける発生トルクが正の値で、且つ、回転子の静止位置からコイル電流切り換え点までに正のトルクがする仕事W1(図中斜線で示された正の発生トルク領域)が、コイル電流切り換え以降に発生する負のトルクがする仕事W2(図中斜線で示された負の発生トルク領域)より大きくなるようにコイル電流の切り換え点を設定した。このようにある条件のもとで進み角を設定した結果、負のトルクは発生するが回転子静止位置からは確実に自起動できるモータの回転駆動方法を得た。また、進み角を設けているので高速回転も可能となった。

【0037】

【発明の効果】本発明は、以上説明したように構成されているので、以下に記載するような効果を奏する。

【0038】コイル電流の切り換えに起因する電磁振動と騒音の防止手段を有するため、高速でコイル電流を切り換えても振動及び騒音が発生せず、モータを高速で回転させることができる。

【0039】そして、永久磁石回転子及びFG用マグネットの回転に起因する前記モータ基板に発生する渦電流損を低減する手段を設けたことにより、モータの効率を向上させ高速回転を可能とした。

【0040】そして、進み角を付けても確実に自起動する条件を見出したため、モータをより高速で回転させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のブラシレスDCモータの一実施例を示す縦断面図。

12

【図2】本発明のブラシレスDCモータの一実施例を示す分解斜視図。

【図3】本発明の振動及び振動の低減手段の一実施例を示す自己融着巻線の断面図。

【図4】本発明の振動及び振動の低減手段の一実施例を示すコイル部の縦断面図。

【図5】本発明のブラシレスDCモータの一実施例を示す縦断面図。

【図6】本発明のブラシレスDCモータの一実施例を示す分解斜視図。

【図7】本発明のブラシレスDCモータのステータヨークと永久磁石を示す平面図。

【図8】トルクカーブを示す図。

【図9】トルクカーブを示す図。

【符号の説明】

1、40 ブラシレスDCモータ

2 回転子

3 回転子ヨーク

4 バックヨーク

5 永久磁石

6 シャフト

7 FGマグネット

10 ステータ

12 コイル部

14 ボビン

15 巻線

17 スリーブ

18 軸受

19 回路基板

20 モータ基板

21 ホール素子

22 熱硬化性樹脂

23 モータ基板段部

24 スペーサー

25 空気層

26 FGパターン

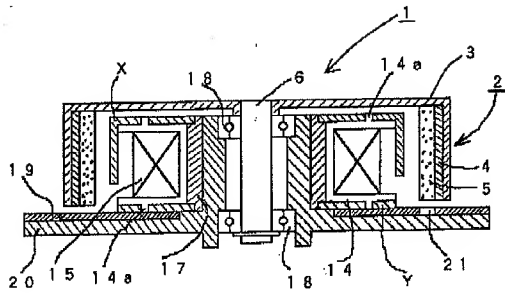
30 自己融着巻線

31 導体

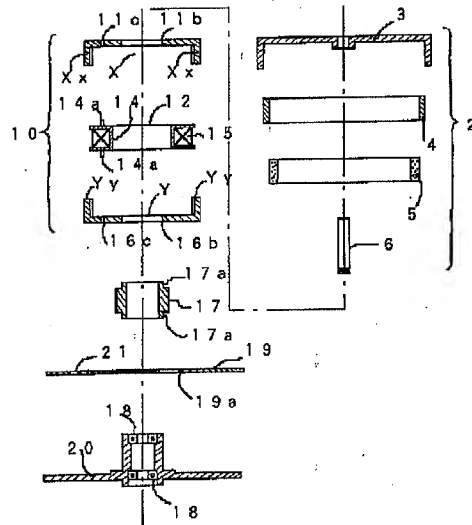
32 絶縁層

33 融着塗料

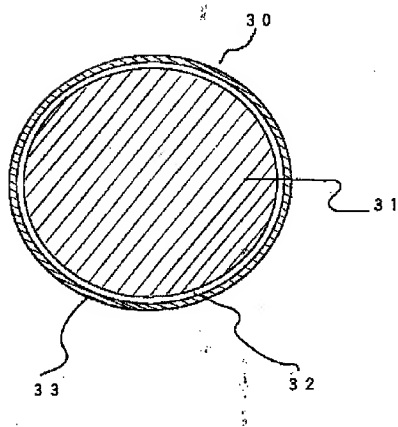
【図1】



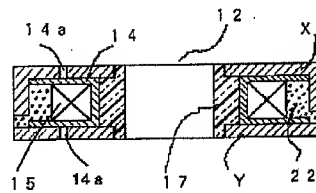
【図2】



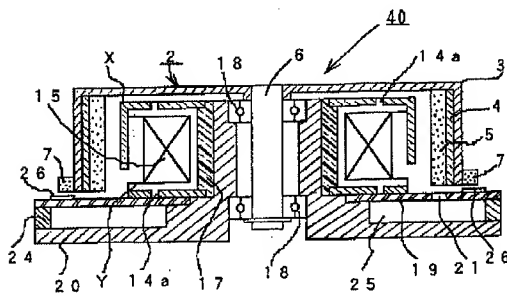
【図3】



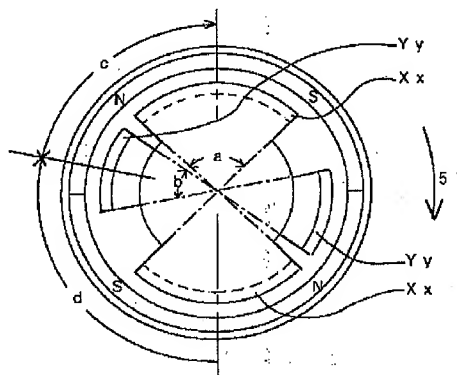
【図4】



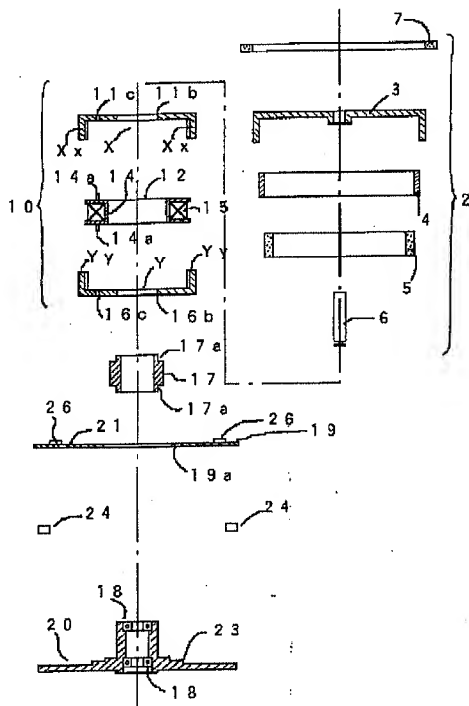
【図5】



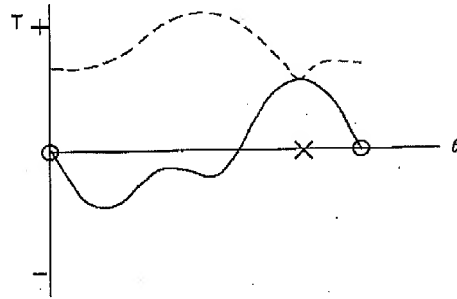
【図7】



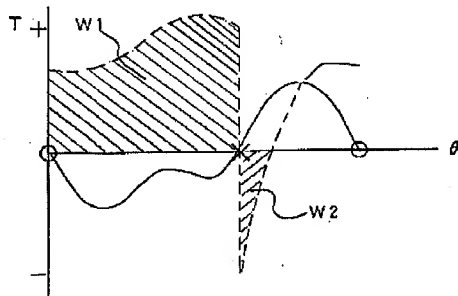
【図6】



【図8】



【図9】



CLIPPEDIMAGE= JP408191561A  
PAT-NO: JP408191561A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 08191561 A  
TITLE: BRUSHLESS DC MOTOR AND ITS ROTARY DRIVE METHOD

PUBN-DATE: July 23, 1996

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

MATSUZAWA, KINYA

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

SEIKO EPSON CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP07000994

APPL-DATE: January 9, 1995

INT-CL\_(IPC): H02K029/14; H02K001/12 ; H02K003/34 ;  
H02K005/24 ; H02K029/00

ABSTRACT:

PURPOSE: To reduce the vibration and noise of a coil and a stator yoke by providing a means for preventing vibration and noise caused by the switching of coil current.

CONSTITUTION: A brushless DC motor is constituted by combining a rotor 2 and a stator 10 and the rotor 2 consists of a rotor yoke 3, a back yoke 4, and a permanent magnet 5. The stator 10 consists of an upper first stator yoke X, a coil part, a bearing 18 for supporting a lower second stator yoke Y and a shaft 6 so that they rotate freely. A coil part 12 consists of resin bobbin 14 with flanges at both terminals and a coil winding 15 wound around it. The coil part 12 is subjected to vacuum press-fit treatment for press-fit impregnating thermosetting resin in vacuum and further is subjected to heat treatment for curing resin, and then is incorporated into the stator 10. As a result, the